

рого соизмерим с весом корпуса, инерцией движения груза в вертикальном направлении, а высота корпуса лота предлагаемого уровнемера меньше высоты корпуса прототипа на 60 – 70 %.

5. Уменьшение общего веса лота и, что позволяет уменьшить мощность используемого реверсивного двигателя, применять приборный, например, двигатель типа РД.

Список литературы: 1. Шкатов Е.Ф. Основы автоматизации технологических процессов химических производств: учебник для техникумов // Е.Ф. Шкатов, В.В. Шувалов. – М.: Химия, 1988. – 304 с. 2. Пат. на корисну модель 49000 Україна, МПК (2009) G01F 23/14. Лотовий рівнемір / Дубовець О.М., Григорова О.М., Алексєєва І.В.; заявник та патентоутримувач Українська інженерно-педагогічна академія. – № u200911309; заявл. 06.11.09; опубл. 12.04.10, Бюл. № 7.

Поступила в редколлегию 26.04.12

УДК 666.31

Е.В. КОНДРАЩЕНКО, докт. техн. наук, проф., ХНАГХ, Харьков,
А.А. БАРАНОВА, канд. техн. наук, ст. преподав., ХНАГХ, Харьков,
К.А. БАРАНОВ, ассистент, УИПА, Харьков

ИССЛЕДОВАНИЕ МОДИФИКАЦИОННОГО СОСТАВА ГИПСОВОГО ВЯЖУЩЕГО, ПОЛУЧЕННОГО ПО ДВУХСТАДИЙНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

У статті наведено, розроблений авторами оригінальний підхід вивчення розподілення температур у частках гіпсу, одержаного за двохстадійною технологією, з метою обґрунтування максимального виходу α -форми гіпсового в'язучого.

В статье приведен, разработанный авторами оригинальный подход изучения распределения температур в частицах гипса, полученного по двухстадийной технологии, с целью обоснования максимального выхода α -формы гипсового вяжущего.

The article shows, the authors developed an original approach of studying the temperature distribution of the particles in the plaster, resulting in a two-stage technology, in order to support the maximum yield of α -form of gypsum binder

Из всех видов гипсовых вяжущих материалов наибольший интерес вызывает α -форма строительного гипса, так как он при достаточно высокой прочности относится к низкотемпературным и наименее энергозатратным

видам вяжущих [1 – 3]. Нами разработана оригинальная технология получения высококачественного гипса α -формы с реализацией двух этапов теплообработки гипсового сырья [4]. На первом этапе тепловой обработки в реакторе, который имеет форму усеченного конуса, горячий воздушный поток вносит с широкого конца частицы измельченного гипса и выносит их из реактора через узкое отверстие. Вследствие сужения выходного отверстия реактора создается давление, необходимое для того, чтобы вода из гипса выделялась в жидкокапельном состоянии. На этом этапе частицы обожженного гипса имеют смешанный химический состав и неравномерное распределение температуры по их глубине, что объясняется особенностью технологии обжига, т.к. время пребывания частиц в реакторе в условиях высокой температуры и давления составляет секунды. К тому же температура теплоносителя всегда выше, чем температура обжига гипса для реализации процесса нагревания частиц сырья в результате теплопроводности [5].

Таким образом, образуется многофазная структура обожженного гипса, модель которой приведена на рис. 1.

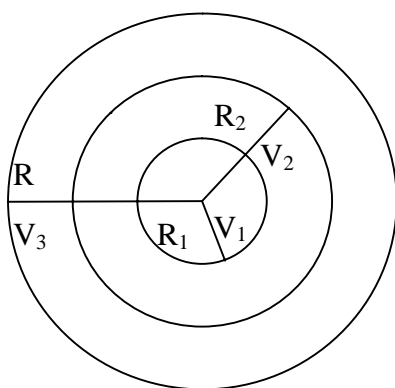


Рис. 1. Модель многофазной структуры частицы гипса после обжига в реакторе

Как показано на рис. 1, на поверхности частицы радиусом R образуется слой безводного гипса (растворимого сульфата кальция) толщиной от R до R_2 , затем слой полуводного гипса от R_2 до R_1 , а в центральной часть зерна представлена исходным двуводным гипсом радиусом R_1 .

Задачей тепловой обработки гипсового сырья является создание условий образования полуводного гипса по всему объему частицы. Для этого молекулы воды, которые выделяются при дегидратации в результате диффузии из центральной зоны, должны попасть в наружный слой, чтобы в нем произошла реакция образования полуводного гипса. Это возможно в случае перераспределения температуры в частице, для чего в технологической схеме и пре-

дусмотрена камера томления, которая выполняет функцию второго реактора. Для оптимизации процесса тепловой обработки в камере томления были проведены исследования по выравниванию химического состава гипса в зависимости от времени обработки и фракционного состава обожженного материала. Результаты изменения модификационного состава различных фракций приведены в табл. 1.

Таблица 1

Модификационный состав фракций гипса при различном времени пребывания в камере томления

Диаметр частиц гипса, мм	Время пребывания в камере томления τ , мин.	$\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$, % по массе	CaSO_4 раств., % по массе	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, % по массе	CaSO_4 нераств. + примеси, % по массе	Всего %
0 – 0,4	0	79,4	14,5	4,8	1,3	100
	5	87,7	8,3	2,8	1,2	100
	10	90,3	6,3	2,1	1,3	100
	15	91,8	5,4	1,8	1,0	100
	20	92,4	4,9	1,6	1,1	100
	25	92,0	5,3	1,8	0,9	100
0,4 – 0,6	0	68,9	22,4	7,5	1,2	100
	5	75,1	17,8	5,9	1,2	100
	10	80,1	14,2	4,7	1,0	100
	15	85,5	10,2	3,4	0,9	100
	20	90,3	6,4	2,1	1,2	100
	25	90,3	6,6	2,2	0,9	100
0,6 – 0,8	0	57,6	30,9	10,3	1,2	100
	5	65,3	25,0	8,3	1,4	100
	10	74,8	18,1	6,0	1,1	100
	15	82,0	12,7	4,2	1,1	100
	20	90,6	6,2	2,1	1,2	100
	25	91,0	6,2	2,1	0,8	100
0,8 – 1	0	24,8	55,7	18,6	0,9	100
	5	37,5	46,2	15,4	0,9	100
	10	56,4	32,0	10,7	1,0	100
	15	74,7	18,0	6,0	1,3	100
	20	88,6	7,9	2,6	0,9	100
	25	88,5	8,0	2,7	0,9	100

Гипс на выходе из камеры томления подвергался рассеву на четыре фракции. Первая фракция – частицы диаметром менее 0,4 мм; вторая фракция – частицы диаметром 0,4 – 0,6 мм; третья фракция – частицы диаметром 0,6 – 0,8 мм; четвертая фракция – частицы диаметром 0,8 – 1,0 мм.

На рис. 2 – 5 представлено изменение модификационного состава отдельных фракций в зависимости от времени пребывания в камере томления.

Наиболее значительные изменения модификационного состава наблюдаются в крупных частицах (рис. 2).

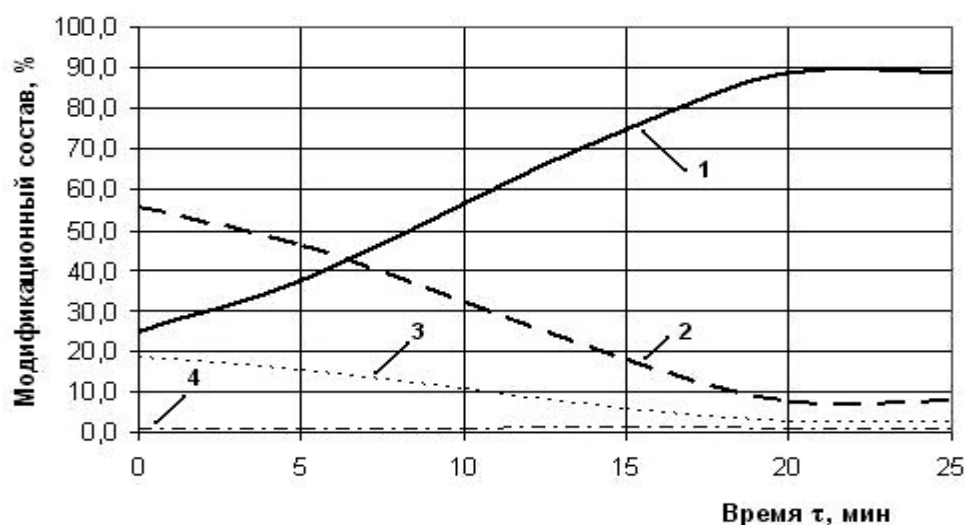


Рис. 2. Зависимость модификационного состава гипса от времени пребывания частиц диаметром 0,8 – 1 мм в камере томления:

1 – $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$; 2 – CaSO_4 раств.; 3 – $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; 4 – CaSO_4 нераств. + примеси

Количество $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ в крупных частицах изменяется от 24,8 % до 88,5 % за счет гидратации растворимого ангидрита и уменьшение его в пределах от 55,7 % до 8 %. Уменьшение двухводного гипса в результате его дегидратации и перехода его в полуводный гипс изменяется от 18,6 % до 2,6 %.

Изменения модификационного состава в частицах 0,6 – 0,8 мм показаны на рис. 3. В соответствии рис. 3 количество $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ в частицах диаметром 0,6 – 0,8 мм изменяется от 57,6 % до 91,0 %. Уменьшение растворимого ангидрита наблюдается в пределах от 30,9 % до 6,2 %. Уменьшение двухводного гипса в результате его дегидратации и перехода его в полуводный гипс изменяется от 10,3 % до 2,1 %.

На рис. 4 наблюдаются более быстрое преобразование исходного модификационного состава частиц гипса диаметром 0,4 – 0,6 мм за счет особенно-

сти способа обжига, т.е. различного времени пребывания частиц гипса в конусообразном реакторе.

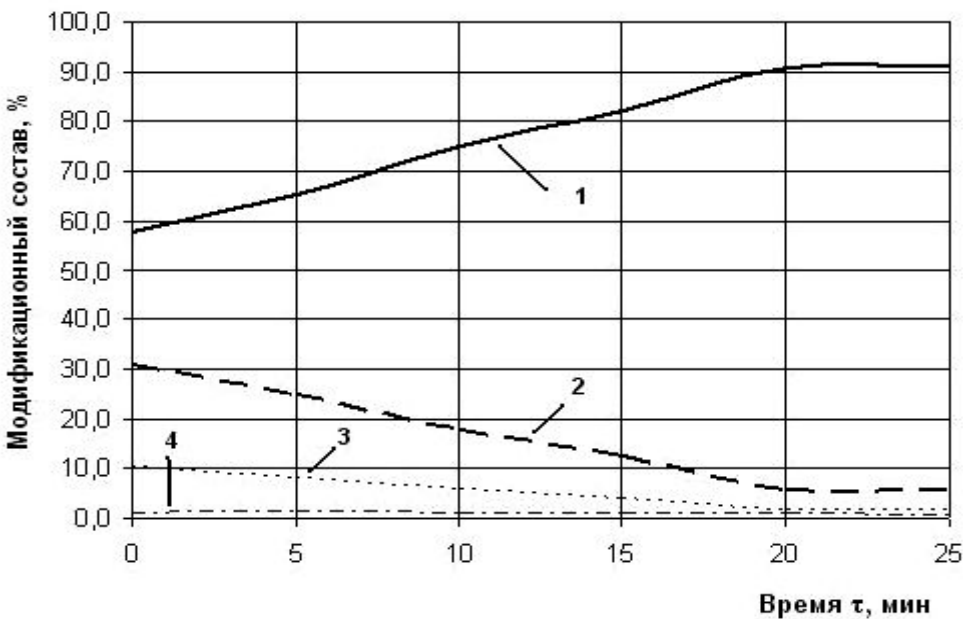


Рис. 3. Зависимость модификационного состава гипса от времени пребывания частиц диаметром 0,6 – 0,8 мм в камере томления:
1 – $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$; 2 – CaSO_4 раств.; 3 – $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; 4 – CaSO_4 нераств. + примеси

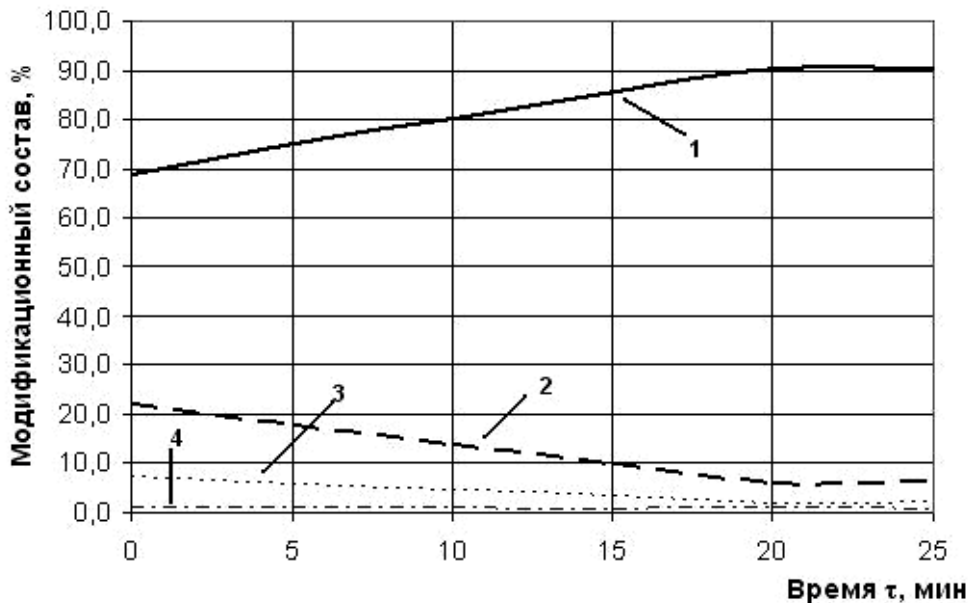


Рис. 4. Зависимость модификационного состава гипса от времени пребывания частиц диаметром 0,4 – 0,6 мм в камере томления:
1 – $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$; 2 – CaSO_4 раств.; 3 – $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; 4 – CaSO_4 нераств. + примеси

Время пребывания частиц маленького размера в реакторе обжига составляет сотые доли секунды. За счет малой теплопроводности гипса, большого температурного градиента и давления после термообработки в реакторе количество $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ составляет 79,4 %. После пребывания таких частиц в камере томления количество $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ приблизительно соответствует 92 %.

В соответствии с данными табл. 1 и рис. 2 – 5 после обжига частиц гипса в конусообразном реакторе количество молекул $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ составляет 58 %. При пребывании в камере томления мелких частиц диаметром 0 – 0,6 мм химический состав усредняется быстрее, достаточно 12 минут для получения 88 % $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$. Для более крупных частиц время теплообработки в камере томления составляет 20 – 25 минут. Количество полуводного гипса изменяется от 68,9 % до 90,3 %.

Усредненный модификационный состав обожженного гипса по двухстадийной технологии представлен в табл. 2.

Таблица 2

Модификационный состав гипса

Химический состав пробы вяжущего после обжига	Содержание, %
$\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$	90
CaSO_4 раств.	7
$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	2
CaSO_4 нераств. + примеси	1
Всего	100

Активные модификации: $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ и CaSO_4 раств., их сумма составляет 97 %; негидратированные: $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ и CaSO_4 нераств. + примеси, их сумма составляет 3 %, что подтверждает высокое качество полученного вяжущего.

Относительно малые изменения модификационного состава наблюдаются в мелких частицах гипса диаметром 0 – 0,4 мм (рис. 5.).

Итак для получения качественного продукта в виде гипса α -формы необходимо проводить процесс обжига так, чтобы частички гипса по всему объему состояли из молекул $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$.

Данные, полученные с помощью физико-механических методов исследования, подтверждают, что при применении двухстадийной технологии обработки гипса образуется α -форма гипсового вяжущего, которое отвечает тенденци-

ям производства и применения строительных материалов на основе сульфата кальция.

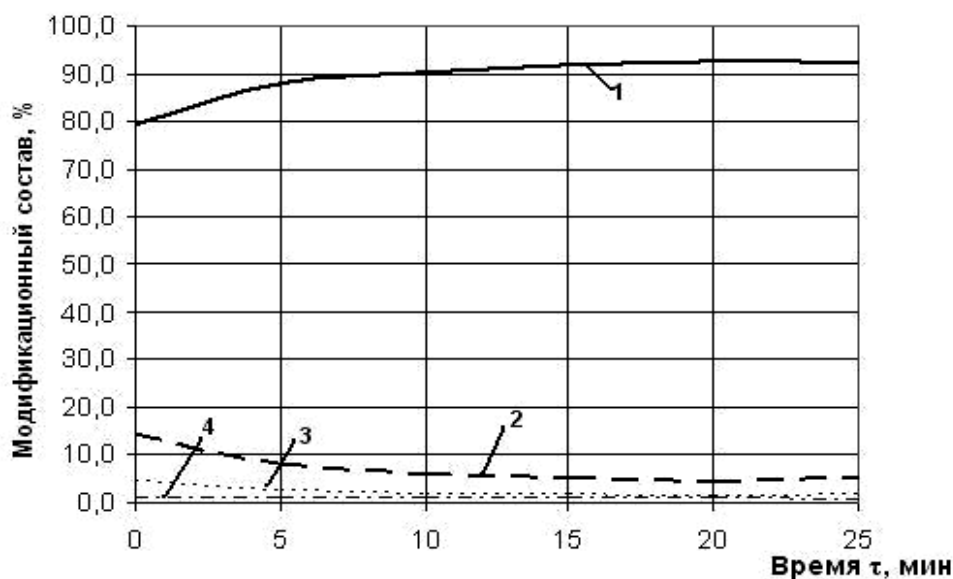


Рис. 5. Зависимость модификационного состава гипса от времени пребывания частиц диаметром 0 – 0,4 мм в камере томления:

1 – $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$; 2 – CaSO_4 раств.; 3 – $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; 4 – CaSO_4 нераств. + примеси

Список литературы: 1. Ферронская А.В. Гипс: эколого-экономические аспекты его применения в строительстве / А.В. Ферронская // Строительные материалы. – 1999. – № 4. – С. 13 – 15. 2. Балдин В.П. Совершенствование производства гипсовых вяжущих материалов / В.П. Балдин, А.Е. Грушевский, С.А. Погорелов // ВНИИЭСМ. – 1989. – Вып. 2. – (Серия 8 «Промышленность стеновых материалов и местных вяжущих». – 96 с. 3. Гордашевский П.Ф. Производство гипсовых вяжущих из гипсосодержащих отходов / П.Ф. Гордашевский, А.В. Долгарев. – М: Стройиздат, 1983. – 360 с. 4. Патент № 31289 Україна, МПК C04B 11/00. Спосіб випалу гіпсу у завислому стані при підвищеному тиску / О.В. Кондращенко, А.А. Баранова, В.І. Бабушкін, А.М. Баранов; заявники та патентовласники О.В. Кондращенко, А.А. Баранова, В.І. Бабушкін, А.М. Баранов; заявл. 02.02.06; опубл. 10.04.08, Бюл. № 7. 5. Кондращенко Е.В. Исследование перераспределения температуры внутри частиц обожженного гипса в камере томления / Е.В. Кондращенко, А.Н. Баранов, А.А. Баранова // Вісник НТУ «ХПІ». – 2008. – № 13. – С. 24 – 30.

Поступила в редколлегию 28.03.12